

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-296010

(P2002-296010A)

(43)公開日 平成14年10月9日 (2002.10.9)

(51)Int.Cl. ¹	識別記号	F I	マーク(参考)
G 0 1 B 11/00		G 0 1 B 11/00	H 2 F 0 6 5
B 2 5 J 19/04		B 2 5 J 19/04	3 C 0 0 7
G 0 5 D 1/02		G 0 5 D 1/02	K 5 B 0 5 7
G 0 6 T 1/00	2 8 0	G 0 6 T 1/00	2 8 0 5 C 0 5 4
7/00	3 0 0	7/00	3 0 0 E 5 H 3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-96306(P2001-96306)

(22)出願日 平成13年3月29日 (2001.3.29)

(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願 (平成12年度新エネルギー・産業技術総合開発機構「人間協調・共存型ロボットシステム研究開発(石油精製システム合理化研究開発)委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの)

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72)発明者 白石 駿史

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 沢崎 直之

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74)代理人 100089244

弁理士 遠山 勉 (外1名)

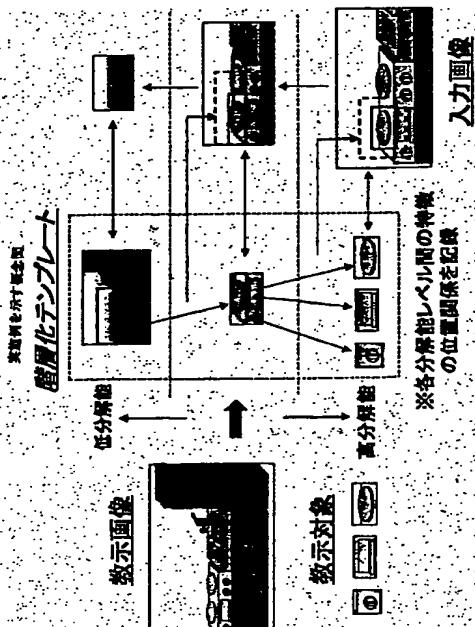
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像を用いた自己位置同定方法

(57)【要約】

【課題】 カメラ入力画像とテンプレート画像とを比較して行う対象物の特定や自己位置を同定技術の精度を高める。

【解決手段】 カメラ等の撮像手段より画像を入力して、この撮影画像をそれよりも広範囲の視野で撮影された教示画像(テンプレート画像)とを画像の分解能を変更しながら比較する。これを繰り返すことで前記教示画像(テンプレート画像)と関係付けられた教示対象物(オブジェクト)を探索する。この教示対象物が部屋の中での絶対的な位置情報をもっていれば、この教示対象物の位置の特定を少なくとも2以上の撮影画像から行うことにより当該撮像手段の自己位置を特定でき、これに基づいて移動体のナビゲーションを行うことができる。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 撮像手段より画像を入力し、前記入力された撮影画像よりも広範囲の視野で撮影された教示画像とを比較し、前記比較は、前記撮影画像または教示画像の分解能を変更しながら画像同士の類似性の比較を繰り返すことによって行い、前記教示画像と関係付けられた教示対象物を探索し、前記撮影画像中の教示対象物の位置を特定し、前記教示対象物の位置の特定を、少なくとも2以上の撮影画像から行うことにより撮像手段の自己位置を同定する自己位置同定方法。

【請求項2】 前記画像同士の類似性の比較は、撮影画像と教示画像とのそれぞれの水平方向の輝度変化数列の比較により行う請求項1記載の自己位置同定方法。

【請求項3】 前記画像同士の類似性の比較は、撮影画像の部分画像と教示画像の部分画像との類似性の総和により行う請求項1記載の自己位置同定方法。

【請求項4】 前記撮影画像の所定の部分での教示画像との微小な位置の変化に基づいて、教示画像取得時のカメラ位置からみた前記撮影画像取得時のカメラ位置を特定する請求項1記載の自己位置同定方法。

【請求項5】 前記撮影画像の所定の部分での教示画像との微小な対象画像の大きさの変化に基づいて、教示画像取得時のカメラ位置からみた前記撮影画像取得時のカメラ位置を特定する請求項1記載の自己位置同定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、周囲の環境画像よりカメラの視線方向や特定の対象物を発見する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】ロボットのナビゲーション技術においては、当該ロボットの目ともなるカメラの画像より対象物を特定したり、自己の位置を同定することが必須である。

【0003】そのために、ロボット自身にあらかじめテンプレートとなる画像を用意しておき、このテンプレート画像と実際のロボットのカメラ画像とを比較して対象物を把握したり自己の位置を同定することが行われていた。

【0004】このとき、対象物を確実に把握するためには、画像精度の高い（高分解能な）テンプレート画像を用意しておき、これをカメラ画像と比較する作業を行っていた。

【0005】しかし、このような高分解能なテンプレート画像を用いた場合、カメラ画像との比較のために計算量が大きくなり、テンプレート画像と類似する物体がカメラ画像内に複数あった場合に誤った検出を行ってしまう可能性があった。さらに、テンプレート画像がそのと

きのカメラ画像に含まれているか否かを判定するためには、当該カメラのその時点での視線方向の情報を特定する必要があった。

【0006】一方、カメラ画像は必ずしも厳密にテンプレート画像と一致するわけではなく、対象物探索や自己位置同定の基礎となる情報を特定できないことが多かった。

【0007】たとえば、実際のカメラ画像がテンプレート画像の撮影位置よりも対象物に接近している場合にはカメラ画像の対象物はテンプレート画像のそれよりも大きく撮影されてしまうことになる。

【0008】このように、テンプレート画像取得時のカメラ位置と、実際のカメラ画像入力時におけるカメラ位置が微小にずれていた場合、画像のある部分は引き延ばされ、ある部分は収縮してしまう等の変化が生じ、類似性の確認処理がそのままでは困難となっていた。

【0009】なお、このような課題はロボット技術に限らず、カーナビゲーション等の分野においても同様の課題として認識されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、このような点に鑑みてなされたものであり、カメラ入力画像とテンプレート画像とを比較して行う対象物の特定や自己位置の同定技術の精度を高め、ひいては対象物に対する制御や移動体のナビゲーションを確実に行うことのできる技術を提供することを技術的課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、カメラ等の撮像手段より画像を入力して、この撮影画像をそれよりも広範囲の視野で撮影された教示画像（テンプレート画像）とを画像の分解能を変更しながら比較する。これを繰り返すことで前記教示画像（テンプレート画像）と関係付けられた教示対象物（オブジェクト）を探索する。この教示対象物が部屋の中での絶対的な位置情報をもつていれば、この教示対象物の位置の特定を少なくとも2以上の撮影画像から行うことにより当該撮像手段の自己位置を特定でき、これに基づいて移動体のナビゲーションを行うことができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて、本発明の実施の形態を説明する。

【実施例】図1は、本発明の実施例である処理の概念を示した説明図、図2は処理の過程を示すブロック図である。

【0013】本実施例の処理は、汎用のコンピュータシステムによって実現され、以下に示す機能は当該コンピュータシステムに提供されるプログラムを該コンピュータシステムの中央処理装置（CPU）が読み出して実行することにより行われる。

【0014】このコンピュータシステムには、RAM、

ROMまたはハードディスク装置(HD)等の記憶装置を有しており、これらの記憶媒体中に前記プログラムはインストールされている。これらの記憶媒体中には、図1に示した教示画像と、教示対象部品画像とが格納されている。ここで、教示画像とは、あらかじめ室内を撮影した画像であり、図1ではシステムキッチン(台所)のガスレンジユニット、シンクユニットおよび冷蔵庫が配置された画像となっている。教示対象部品画像は、ガスレンジユニットのスイッチ、グリル、点火口の画像がそれぞれ用意されている。これらの教示対象部品画像は、前記教示画像と関連付けられて、部屋の中での絶対的な位置情報を有しており、これらの教示対象部品画像の位置を取得することにより、部屋の中におけるカメラ位置が算出できるようになっている。

【0015】カメラ(TVC)は室内を移動可能な移動体、たとえばロボット等に取り付けられており、室内的画像を順次任意に撮影し、この撮影画像は前記コンピュータシステムの中央処理装置(CPU)によってデジタル画像化されカメラ画像として、前記教示画像、教示対象部品画像とともに前記記憶媒体に格納される(S1)。

【0016】中央処理装置(CPU)は、画像処理プログラムによりハードディスク装置(HD)に蓄積されたカメラ画像と教示画像とを読み出して低分解能処理を行う(S2)。この低分解能処理とは、たとえば教示画像の分解能を下げて少ないデータ量でカメラ画像との類似性の比較を行うことができる(S3)。

【0017】このときの判定方法の一例を示したもののが図3である。すなわち、低分解能画像の中央を横切る線上の輝度変化の現れる順番、すなわち輝度変化数列を、各教示画像およびカメラ入力画像を特徴付ける数列として用いる。輝度変化数列の比較は、(1)補間により数列の要素数を一致させる、(2)次に次式に示す正規化相関値の最大値により一致の程度を定量化することによって行う。

【数1】

$$\text{正规化相関値} = \frac{\sum (S_i - \bar{S})(T_i - \bar{T})}{\sqrt{(S_i - \bar{S})^2} \sqrt{(T_i - \bar{T})^2}}$$

ここで、 s は入力画像の輝度変化数列の要素を、 t はテンプレート画像の輝度変化数列の要素をあらわす。

【0018】これを図3を用いて具体的に説明する。まず、図1に示したようなキッチン室内の教示画像より、低分解能全周パノラマ画像（たとえば 24×138 画素程度）を取得し、この画像より輝度特性を算出し、任意に選択したa0～a3の等分割線との交点を輝度数列として取得する。この数列は、同図では、a1, a2, a3, a3, a2, a1, a0, a0, a0, a0…

となる。

【0019】一方、カメラ画像からも前記教示画像に対応した低分解能画像を取得し、このカメラ画像からの輝度特性を算出し、前記教示画像処理と同じ等分割線との交点の輝度数列を取得する。ところで、教示画像取得時のカメラ位置と、実際のカメラ画像入力時におけるカメラ位置との間に差異がある場合、画像としても差異が現れる。このことを図4を用いて説明する。

【0020】たとえば、図中Aの地点でCを撮影した画像が教示画像となっているときに、実際のカメラがロボットに装着されてBの地点からCを撮影した場合、教示画像上でのCの画面と、カメラ画像上でのCの画面ではカメラ位置が異なるために画像に差異が現れる。すなわち、Aの地点で撮影したCの画像（教示画像）よりもBの地点で撮影したCの画像（カメラ画像）の方が拡大された画像となっている。一方、B地点で全周パノラマ画像を得た場合には、Cの180度反対側の位置（図中Dの地点）のカメラ画像は教示画像よりも縮小された画像となって現れる。

【0021】したがって、実際のカメラ画像は教示画像よりも部分的に拡大・縮小された画像になってしまっているため、教示画像とカメラ画像とを画素単位で比較しても一致点が見いだせない。このように、テレビ画像として低分解能全周パノラマ画像を取得した場合、教示画像とこのパノラマ画像（テレビ画像）との取得位置のずれにより輝度値の変化には部分的な引き延ばしや縮小が現れることになる。

【0022】しかし、このような輝度値の変化に伸び縮みがあったとしても輝度変化数列そのものは影響を受けない。そのため、教示画像とテレビ画像の一一致点を見つけることが容易となり、教示画像中のテレビ画像の一一致点を検出することが可能となる。

【0023】この教示画像中のテレビ画像の一致点検出は、低分解能の教示画像を初期検索対象画面として、これを次第に分解能を高めながらテレビ画像との一致箇所を検索する。このとき、教示画像とカメラ画像との類似性を確認する段階で、カメラ画像に対して教示対象部品画像位置を検索しながらその位置（対象部品の位置）を探査してもよい（S4）。

【0024】前記低分解能画像で教示画像との類似性が予測できた場合には、教示画像およびカメラ画像の分解能を所定分だけ高めて再度S3～S5の処理を繰り返す。このように、画像の解像度を順次低分解能画像→高分解能画像にしながらカメラ画像と教示画像（教示対象部品画像）との比較を繰り返すことによって、カメラ画像内での教示画像（対象部品）との類似性の予測精度が高まり、その位置が特定できる。

【0025】このとき、検出された2以上の教示対象部品の位置関係から室内でのカメラ位置を特定することができる(S7)。また、第1のカメラ位置から得られた

教示対象部品の位置と、第2のカメラ位置から得られた同一の教示対象部品との位置からカメラ位置を特定することもできる。

【0026】この第1および第2のカメラ位置とは、移動体によりカメラが移動した前後の位置でそれぞれ撮影を行った位置であってもよいし、移動体上に2つのカメラを搭載しており、同時に撮影したそれぞれのカメラ位置であってもよい。このようにして室内でのカメラ位置が特定できることによって、室内における移動体を制御することができる(S8)。

【0027】なお、図3に示した例では閾値としてのa₀～a₃はたとえば輝度の最大値と最小値との間を均等に5分割して4本の閾値を決めているがこれに限定されない。また、閾値間は等間隔である必要もない。

【0028】このように、本実施例によれば、入力カメラ画像の教示画像に対するカメラ位置のずれに起因する部分部分の多少の拡大／縮小に左右されない安定した画像特性を抽出することができるために、これを指標として入力カメラ画像と教示画像との類似性の検出が容易となる。

【0029】なお、教示画像とカメラ入力画像との類似性の比較に際しては、カメラ入力画像の所定の部分に対応する位置の教示画像の部分との類似性の総和を用いて行うようにしてもよい。この場合、カメラ入力画像を分割した断片画像に対して拡大／等倍／縮小等の処理を行い、教示画像のほぼそれに相当する位置の断片画像との相関の最良の値を計算する。そして、全ての断片画像について計算したその相関値の和を指標として、入力カメラ画像と教示画像との類似性の把握を可能にする。より具体的には、カメラ入力画像を水平方向に短冊状に分割した断片画像を作成し、それぞれの断片画像に対して拡大／等倍／縮小の処理を行ったものを一旦記憶媒体に保存する。

【0030】次に、教示画像を読み出して、この教示画像のほぼそれに相当する位置の断片画像との相関を各大きさの断片画像に対して計算し、最も相関のよかつた場合の相関値を記録する。全ての断片画像に対してこの処理を繰り返し、最良の相関値の和を指標として入力カメラ画像と教示画像との類似性を求めるものである。

【0031】次に、記憶媒体に保持している教示画像とカメラ入力画像との微小な位置のずれに基づいて教示画像からみたカメラ入力画像取得時のカメラ位置の方向を決定することもできる。具体的には、図4に示すように、カメラ入力画像取得位置と教示画像取得時のカメラ位置がずれている場合、その2つの画像を重ね合わせると、ある場所では教示画像に比べてカメラ入力画像の微小領域が右方向に、ある場所ではその反対方向にずれている。このずれが最大および最小となる方向をもとに、カメラ入力画像取得時におけるカメラ位置が教示画像取得時のカメラ位置とどの方向にずれているのかが把握で

きる。

【0032】また、教示画像とカメラ入力画像との画像の大きさの変化に基づいて室内におけるカメラのずれも把握できる。すなわち、図4に示すように、カメラ入力画像取得位置と教示画像取得時のカメラ位置がずれている場合、その2つの画像を重ね合わせると、ある場所では教示画像に比べてカメラ入力画像の微小領域が拡大し、ある場所では縮小している。部屋が円形でその中央付近で各画像の取得位置が微小移動する場合には、移動方向(接近方向)の画像が最も大きくなり、その反対方向(離反方向)の画像が最も小さくなる傾向にある。したがって、微小領域画像の拡大／縮小の程度がそれぞれ最大となる方向をもとに、カメラ入力画像取得時のカメラ位置が、教示画像取得時のカメラ位置からどの方向にずれているのかを概略推定することができる。

【0033】これらのように、教示画像とその取得時のカメラ位置を関連付けておくことにより、カメラ入力画像とこの教示画像との位置のずれおよび大きさの差に基づいて部屋内のカメラの方向および位置を特定することができる。

【0034】以上の説明のように、教示画像とカメラ入力画像との類似性に基づいて移動体に搭載されたカメラの位置を決定することができる。このような教示画像は、空間的に所定の距離をおいて間欠的に記憶媒体上に取得蓄積しておき、これらの教示画像とカメラ入力画像との類似性の確認処理を順次繰り返すことにより、前記教示画像を取得したカメラの移動経路に沿って自己位置をナビゲートすることができる。

【0035】図5は、45cm間隔で撮影したナビゲーション用の教示画像群である。同図に示すように、教示画像を連続的に読み出してカメラ入力画像との類似性を確認し続けることによってカメラを搭載した移動体が正しい経路上を移動していることを保証し、移動体を正確な経路に沿ってナビゲートすることができる。

【0036】また、最新のカメラ入力画像の、最も適合した教示画像に対する角度からの自己の進行方向も把握でき、教示画像に対する姿勢を修正することができる。この場合の教示画像は必ずしも全周パノラマ画像となっている必要はなく、進行方向を中心にある範囲が確保されればよい。

【0037】また、目標地点への到着を厳密に判断するために、カメラ入力画像の中央部分を拡大／縮小した画像を最後の教示画像と比較し、拡大または縮小しない画像と一致したカメラ入力画像が得られた位置が最終到達位置と判定してもよい。

【0038】以上、本発明の実施例を説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではなく、以下の付記をも含している。すなわち、

【0039】(付記1) 撮像手段より画像を入力し、前記入力された撮影画像よりも広範囲の視野で撮影され

た教示画像とを比較し、前記比較は、前記撮影画像または教示画像の分解能を変更しながら画像同士の比較を繰り返すことによって行い、前記教示画像と関係付けられた教示対象物を探索する対象物探索方法。

【0040】(付記2) 撮像手段より画像を入力し、前記入力された撮影画像よりも広範囲の視野で撮影された教示画像とを比較し、前記比較は、前記撮影画像または教示画像の分解能を変更しながら画像同士の類似性の比較を繰り返すことによって行い、前記教示画像と関係付けられた教示対象物を探索し、前記撮影画像中の教示対象物の位置を特定し、前記教示対象物の位置の特定を、少なくとも2以上の撮像画像から行うことにより撮像手段の自己位置を同定する自己位置同定方法。

【0041】(付記3) 前記撮像手段は所定の環境内を移動可能な移動体に設けられている付記2記載の自己位置同定方法。

【0042】(付記4) 前記画像同士の類似性の比較は、撮影画像と教示画像とのそれぞれの水平方向の輝度変化数列の比較により行う付記2記載の自己位置同定方法。

【0043】(付記5) 前記画像同士の類似性の比較は、撮影画像の部分画像と教示画像の部分画像との類似性の総和により行う付記2記載の自己位置同定方法。

【0044】(付記6) 前記撮影画像の所定の部分での教示画像との微小な位置の変化に基づいて、教示画像取得時のカメラ位置からみた前記撮影画像取得時のカメラ位置を特定する付記1または2記載の自己位置同定方法。

【0045】(付記7) 前記撮影画像の所定の部分での教示画像との微小な対象画像の大きさの変化に基づいて、教示画像取得時のカメラ位置からみた前記撮影画像取得時のカメラ位置を特定する付記1または2記載の自己位置同定方法。

【0046】(付記8) 前記に加えて、教示画像を空間的に所定の距離毎に間欠的に蓄積し、当該教示画像と撮影画像との類似性の検出を前記教示画像毎に順次繰り

返して教示画像を取得したカメラ位置の移動経路に沿って自己位置をナビゲートする付記1または2記載の自己位置同定方法を利用したナビゲート方法。

【0047】(付記9) 撮像手段より画像を入力し、前記入力された撮影画像よりも広範囲の視野で撮影された教示画像とを比較し、前記比較は、前記撮影画像または教示画像の分解能を変更しながら画像同士の比較を繰り返すことによって行い、前記教示画像と関係付けられた教示対象物を探索するコンピュータ実行可能なプログラム。

【0048】(付記10) 撮像手段より画像を入力し、前記入力された撮影画像よりも広範囲の視野で撮影された教示画像とを比較し、前記比較は、前記撮影画像または教示画像の分解能を変更しながら画像同士の類似性の比較を繰り返すことによって行い、前記教示画像と関係付けられた教示対象物を探索し、前記撮影画像中の教示対象物の位置を特定し、前記教示対象物の位置の特定を、少なくとも2以上の撮像画像から行うことにより撮像手段の自己位置を同定するコンピュータ実行可能なプログラム。

【発明の効果】本発明によれば、カメラ入力画像とテンプレート画像とを比較して行う対象物の特定や自己位置を同定技術の精度を高め、さらにはカメラの位置の把握を容易にし、ナビゲーションを確実に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例を示す概念図

【図2】 実施例の処理を示すブロック図

【図3】 実施例の輝度変化数列の比較による画像の類似性を判定する技術を示す説明図

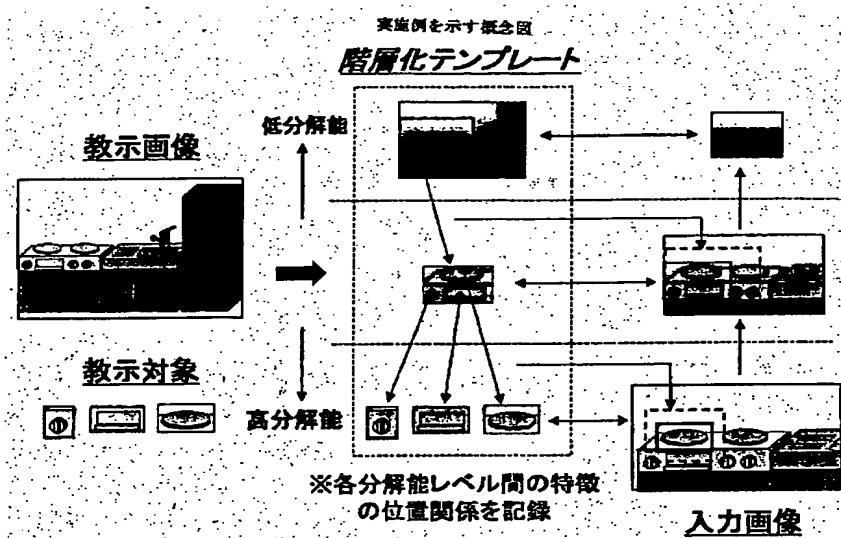
【図4】 実施例のカメラ位置と画像のずれ(拡大・縮小)との関係を説明するための図

【図5】 実施例のナビゲーションのための間欠的な教示画面群の例

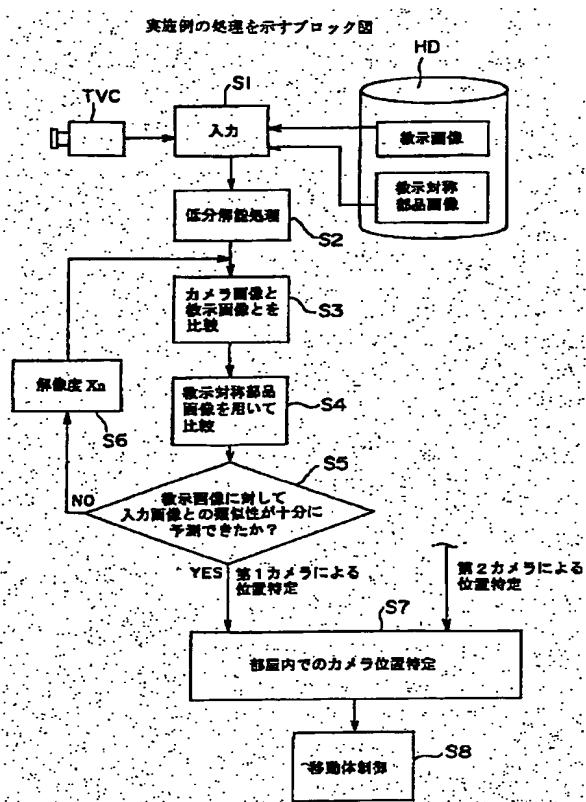
【符号の説明】

HD ハードディスク装置

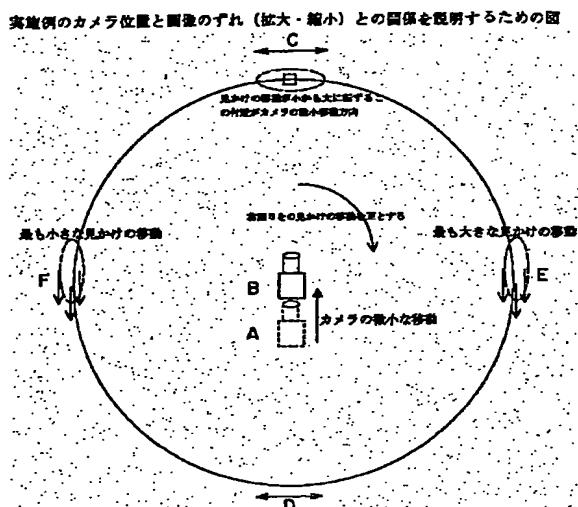
【図1】



【図2】



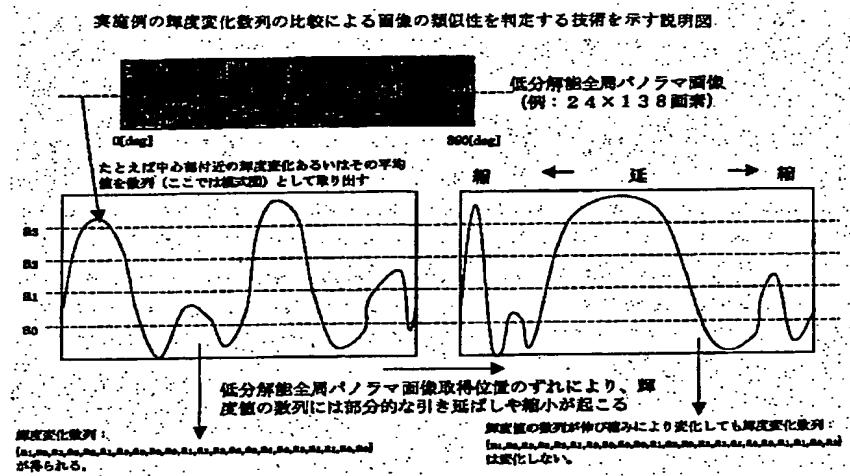
【図4】



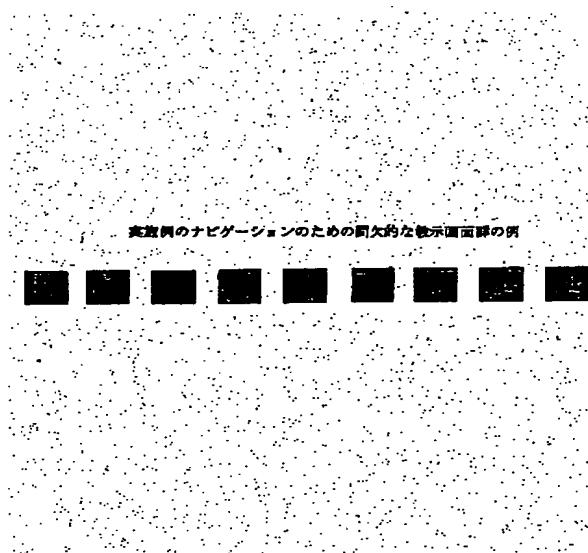
BEST AVAILABLE COPY

(7) 002-296010 (P2002-29JL8

【図3】



【図5】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.7
H 04N 7/18

識別記号

F I
H 04N 7/18

マークド(参考)
Z 5L096

BEST AVAILABLE COPY

(8) 002-296010 (P2002-29JL8

Fターム(参考) 2F065 AA00 AA03 BB05 DD03 FF04
JJ03 JJ26 MM21 PP01 QQ13
QQ24 QQ29 QQ38 QQ42 RR02
RR03
3C007 KT11 MT04
5B057 AA05 AA16 DA08 DA12 DB02
DB09 DC34
5C054 AA01 FC04 FC14 FF01 HA28
5H301 AA02 AA10 BB14 CC03 CC06
DD02 GG09
5L096 AA06 BA05 CA02 EA03 EA22
EA35 FA81 GA06 GA17 HA02
JA03 JA09 JA11

BEST AVAILABLE COPY